

вследствие снижения температуры дымовых газов снижается тяга, которая образовывалась за счет разности температур окружающей среды и продуктов сгорания. В результате чего для преодоления аэродинамического сопротивления по газовому тракту необходима установка дымососа, развиваемый напор которого должен быть тщательно отрегулирован. Это связано с тем, что при избыточном напоре часть водяных капель (рисунок) может попасть в атмосферу, тем самым снижая эффективность использования данной технологии.

Библиографический список

1. Соснин Ю.П., Бухаркин Е.Н. Высокоэффективные газовые контактные водонагреватели. М.: Стройиздат, 1988. 376 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРИОДА ПРОГРЕВА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

*Тарарыков А.В., Горячева Е.М.
Московский энергетический институт
tararykov@gmail.com*

В современной научной литературе по тепломассообмену, уделяется большое внимание процессу сушки, как одному из важных и энергоемких процессов. Однако существующие математические модели зачастую недостаточно точно рассматривают вопрос кинетики сушки. Для классической кривой сушки различают отдельно период прогрева материала, период постоянной скорости и период падающей скорости сушки. Тем не менее, периодом прогрева зачастую пренебрегают из-за его непродолжительности (около 10 % от общего времени сушки). Но, из-за разнообразия методов сушки, сушильных материалов и агентов, кривая сушки может в отдельных случаях значительно видоизменяться и таким допущением пользоваться нельзя.

Целью данной работы является составление математической модели периода прогрева и её реализация в пакете Simulink программной среды Matlab.

В работе рассматривается нестационарный процесс теплопроводности при отсутствии внутренних источников теплоты. Аналитическое описание процесса включает дифференциальное уравнение и условия однозначности [1]. При составлении модели были приняты следующие допущения: исследуемый материал является пластиной, бесконечной длины по сравнению с ее толщиной, испарение происходит с поверхности материала, влажность и температура материала постоянны по координатам, но изменяются во времени, коэффициенты теплоотдачи и массоотдачи постоянны, параметры сушильного агента постоянны, в процессе сушки деформации материала не происходит. В результате, дифференциальное уравнение нестационарного процесса теплопроводности имеет следующий вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}. \quad (1)$$

Начальное условие:

$$\text{при } \tau = 0, t = t_0. \quad (2)$$

Граничные условия:
при $x = 0$:

$$-\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial x} = \alpha \cdot (t_{\infty} - t_{x=0}) - \beta \cdot (d_{x=0} - d_{\infty}) \cdot r, \quad (3)$$

при $x = \partial$:

$$\frac{\partial t}{\partial x} = 0. \quad (4)$$

Влажность материала изменяется во времени согласно уравнению:

$$\omega_M = \omega_0 - \frac{1}{m} \cdot \int_0^{\tau} J \cdot d\tau. \quad (5)$$

Массовый поток, испаряющийся с поверхности материала равен [2]:

$$J = \beta \cdot (x_n - x_{oc}) \cdot F. \quad (6)$$

Для нахождения коэффициента массоотдачи использовалось соотношение Льюиса:

$$\beta = \frac{\alpha}{Cp_{oc}}. \quad (7)$$

Моделирование осуществляется в среде Simulink пакета Matlab. При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым, пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты.

В результате составлена гибкая модель процесса сушки, позволяющая рассматривать различные варианты протекания процесса, варьируя как параметрами сушильного агента, так и теплофизическими свойствами материала. Результатом моделирования является распределение температуры по слоям материала во времени, распределение среднemasсовой температуры, средней влажности и массы материала во времени.

Результаты исследования показывают существенное влияние влагосодержания и температуры сушильного агента на протекание процесса. Их изменение способно вызвать значительное увеличение времени сушки, поэтому следует оказывать повышенное внимание параметрам сушильного агента, поступающего в сушильную камеру при рециркуляции.

На процесс сушки также оказывают значительное влияние теплофизические параметры материала. Поскольку в работе рассматривались реальные материалы, выявить, изменение какого свойства непосредственно влияет на процесс сушки, довольно сложно. Изменение сразу нескольких параметров оказывает комплексное влияние на протекание процесса. В результате, для наиболее точной оценки параметров сушильного процесса следует рассчитывать его индивидуально для каждого материала.

Расчет периода прогрева позволит более точно оценить необходимое время сушки материала, что может повлечь за собой более экономное расходование сушильного агента. Так как сушильный процесс является высокотемпературным, экономия энергии может существенной. Также точная оценка вре-

мени пребывания сушимых материалов в сушильной камере положительно сказывается на качестве продуктов.

Библиографический список

1. Исаченко В.П. Теплопередача. М.: Энергия, 1975. 488 с.
2. Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 472 с.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ОТКАЗА ОТ МАЗУТА НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ И КОТЕЛЬНЫХ

*Тарханова М.А., Микула В.А., Левин Е.И.
УРФУ, tes.urfu@mail.ru*

В настоящее время в энергетике мазут широко используется в качестве резервного топлива на тепловых электрических станциях (ТЭС) и котельных, кроме того на некоторых котельных он служит основным топливом.

Как известно, в развитых странах до 95 % нефти перерабатывается в товарные фракции (сжиженный газ, керосин, бензин, дизельное топливо). В России в товарные фракции перерабатывается около 60 % от объёма нефти, а 40 % составляют отходы нефтепереработки – мазут. Таким образом, в ближайшем будущем есть вероятность недоступности мазута для использования на ТЭС и котельных. Но даже при существующем положении, использование мазута в качестве основного топлива повышает затраты на топливо в 3 раза по сравнению с природным газом. Затраты на топливо при производстве электрической и тепловой энергий составляют примерно 70 % от всех затрат, т.е. необходимо искать другие решения для топливоснабжения регионов, где ещё используется мазут как основное топливо в котельных.

Использование мазута в качестве резервного топлива также имеет ряд недостатков:

1. Потери теплоты на подогрев мазута

При использовании мазута в качестве резервного топлива на ТЭС необходимо осуществлять постоянную циркуляцию мазута и поддерживать его температуру на постоянном уровне, подогрев мазута осуществляется паром. Для паровых котельных работающих только на подогрев сетевой воды (на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения), а таких немало, пар используется только на подогрев мазута и деаэрацию. Поэтому в таких котельных к затратам на непосредственный нагрев мазута добавляются затраты электрической энергии на питательных насосах (обычно работающих с большим перерасходом электроэнергии) и потери теплоты с продувками паровых котлов.

2. Затраты на периодическую замену мазута.

С течением времени из-за неплотностей в нагревательных элементах часть пара попадает в мазут, и он всё больше обводняется, поэтому его периодически необходимо сжигать и покупать новый, на это требуются значительные средства. Кроме того, при сжигании мазута в котле для исключения серной коррозии температура уходящих газов поддерживается на более высоком уровне (по сравнению со сжиганием природного газа), и котел в таком режиме работает с КПД на 3-4 % ниже.